TFYA35 Molekylfysik
Föreläsning 5 - Bilder

Thomas Ederth
Linköpings universitet
IFM

Vektormodellen för rörelsemängdsmoment

För ett kvantmekaniskt rörelsemängdsmoment kan vi känna till dess storlek ($|\bar{L}|^2$ kan beräknas ur energin), och *en* av dess komponenter, t.ex. l_z.

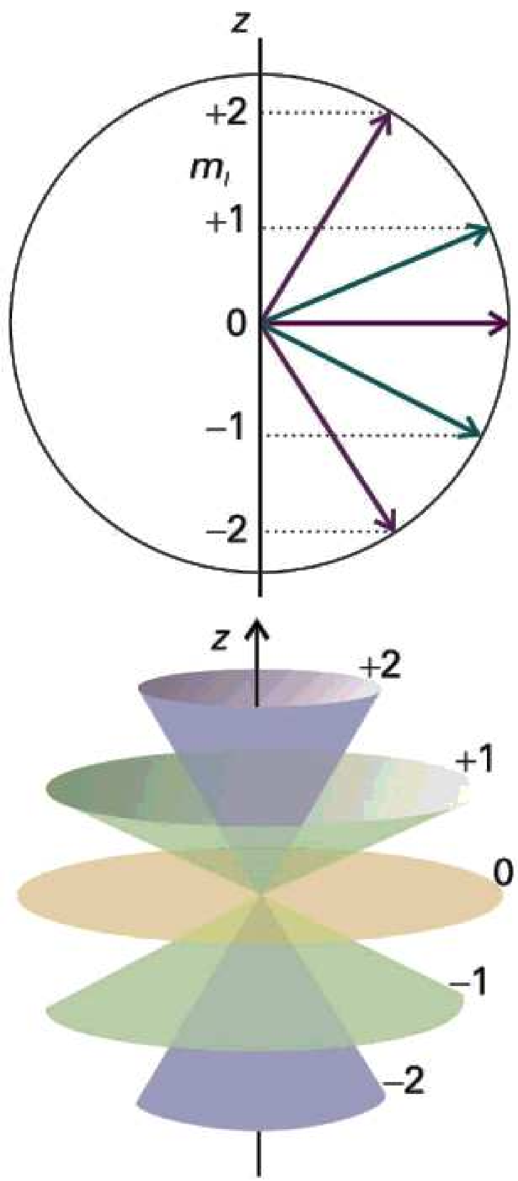
Om $\bar{L}^2$ och l_z är kända, men inte l_x och l_y, betyder det att vi vet rörelsemängdsmomentets storlek, och dess projektion på en riktning (som vi väljer att lägga i z-riktningen). För varje projektion l_z ligger vektorn $\bar{L}$ någonstans på en kon.

I exemplet till höger är $l = 2 \;\; \Rightarrow$

$$m_l = 0, \pm 1, \pm 2$$

Möjliga värden på l_z ges av $l_z = m_l \hbar$
och $|\bar{L}|$ är fixt för givet l:

$$\left|\bar{L}\right| = \hbar\sqrt{l(l+1)} = \hbar \cdot 2{,}45$$



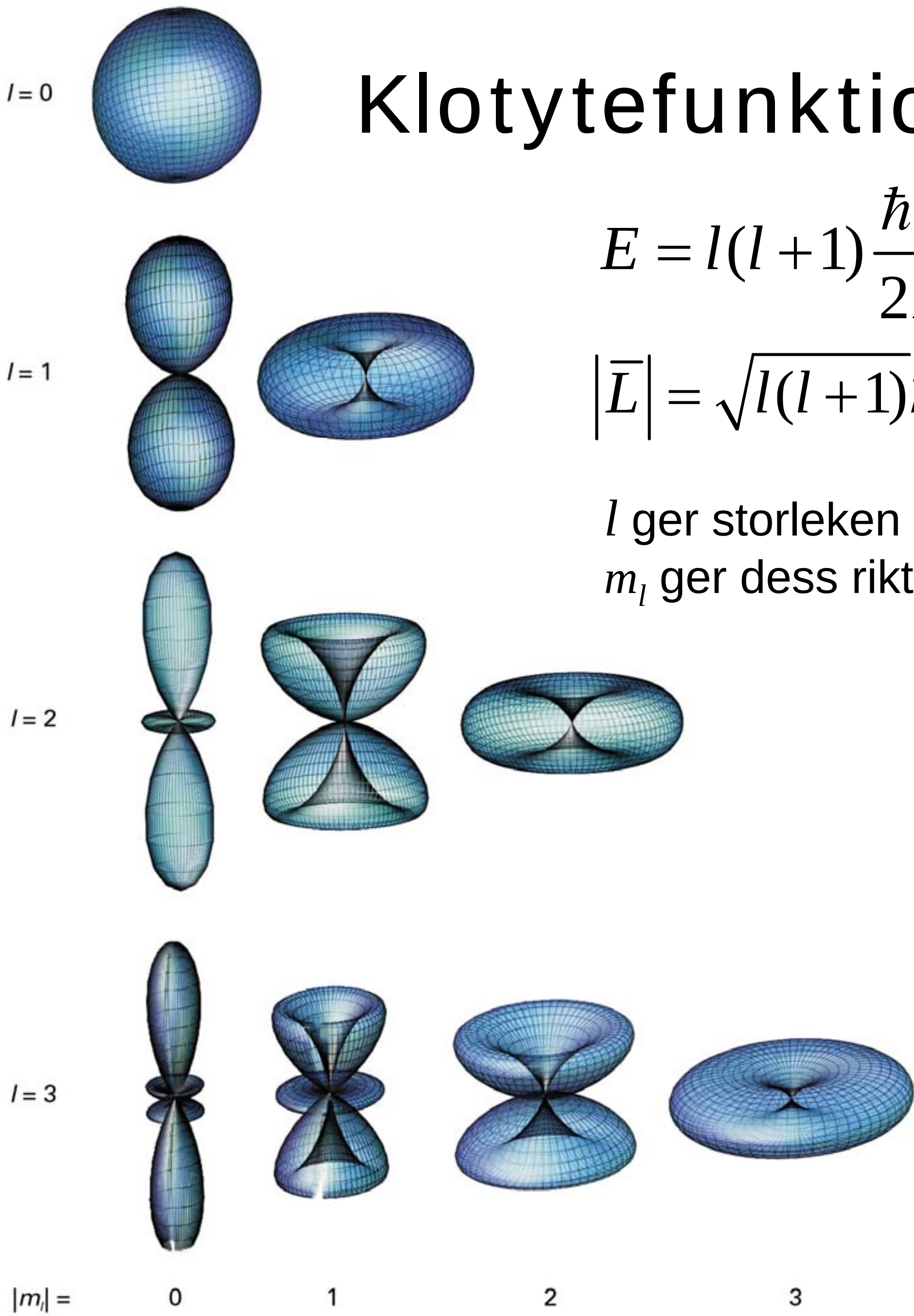
Vektormodellen för rörelsemängdsmoment (forts.)

Observera:

- $\left|\bar{L}\right| > l_z$, vilket betyder att $\bar{L}$ *aldrig* är riktad i z-riktningen (om det vore så skulle l_x, l_y och l_z vara entydigt bestämda).
- Det är inget ”magiskt” med z-riktningen. Ur kvantmekaniken följer att vi kan bestämma $\left|\bar{L}\right|$ och dess projektion längs *en* riktning, och av praktiska skäl väljer man z-riktningen.

I klassisk fysik är rörelsemängdsmomentet $\bar{L}$ en rörelsekonstant, men i kvantmekaniken, där vi inte kan känna till riktningen hos $\bar{L}$ kan vi inte heller säga att vektorn konserveras, däremot är egenvärdena till $\hat{L}^2$ och $\hat{l}_z$ konserverade.

Klotytefunktioner



$$E = l(l+1)\frac{\hbar^2}{2I}$$

$$\left|\overline{L}\right| = \sqrt{l(l+1)}\hbar$$

l ger storleken hos $|L|$,
m_l ger dess riktning!

Table 9.3 The spherical harmonics

l	m_l	$Y_{l,m_l}(\theta,\varphi)$
0	0	$\left(\frac{1}{4\pi}\right)^{1/2}$
1	0	$\left(\frac{3}{4\pi}\right)^{1/2}\cos\theta$
	±1	$\mp\left(\frac{3}{8\pi}\right)^{1/2}\sin\theta\,e^{\pm i\phi}$
2	0	$\left(\frac{5}{16\pi}\right)^{1/2}(3\cos^2\theta-1)$
	±1	$\mp\left(\frac{15}{8\pi}\right)^{1/2}\cos\theta\sin\theta\,e^{\pm i\phi}$
	±2	$\left(\frac{15}{32\pi}\right)^{1/2}\sin^2\theta\,e^{\pm 2i\phi}$
3	0	$\left(\frac{7}{16\pi}\right)^{1/2}(5\cos^3\theta-3\cos\theta)$
	±1	$\mp\left(\frac{21}{64\pi}\right)^{1/2}(5\cos^2\theta-1)\sin\theta\,e^{\pm i\phi}$
	±2	$\left(\frac{105}{32\pi}\right)^{1/2}\sin^2\theta\cos\theta\,e^{\pm 2i\phi}$
	±3	$\mp\left(\frac{35}{64\pi}\right)^{1/2}\sin^3\theta\,e^{\pm 3i\phi}$